



- Bedő A. (1875) Az erdészeti, mint az internationalis statistika tárgya, Erdészeti Lapok, 14. évf., IV. füzet, <http://erdeszetilapok.oszk.hu/01121/pdf/01121.pdf>; Megtekintve: 2013. január 11.
- Keepers C.H. (1945) A New Method of Measuring the Actual Volume of Wood in Stacks, Journal of Forestry, Volume 43, Number 1, pp. 16-22(7)
- Knyaz V., Visilter Y., Zheltov S. (2012) Photogrammetric Techniques for Measurements in Woodworking Industry, <http://henu.geodata.cn/Portal/wenxian/gis%20article/519.pdf>; Megtekintve: 2012. november 5.
- Pásztory Z., Börcsök Z., Boros J., Edelényi M. (2010) Az energetikai faanyagok objektív számbavételének problémái és lehetséges megoldásai; AEE Kutatói Nap, Szolnok
- Schnur G. L. (1932) Converting factors for some stacked cords, Journal of Forestry, Volume 30, Number 7, pp. 814-820(7)

## Biomassza alapú kapcsolt energia előállításának lehetőségei faipari üzemeknél\*

BORSOS Gergely<sup>1</sup>, KOCSIS Zoltán<sup>1</sup>

<sup>1</sup> NymE FMK Gépészeti és Mechatronikai Intézet

### Kivonat

A kutatás célja egy több termelőüzemből álló faipari vállalat 2010-2011-es évi hőenergia mérlegének, valamint kapcsolt energiatermelés lehetőségének vizsgálata volt. Összehasonlítva az üzemek hőszükségletét a kazán által termelt hőmennyiséggel, meghatározásra került a hasznosítható hulladék hőmennyisége is. A kapott eredményeket grafikonok szemléltetik. Összehasonlításra került továbbá a felhasznált biomasszából előállított hőmennyiség költsége a vele megegyező hő előállító földgáz tüzelés költségével, bizonyítva ezzel a biomasszában rejlő kedvező lehetőségeket. A kutatás vázolja a kazán által termelt, és a termelőüzemek által időszakosan felhasznált hőmennyiségek ingadozásait és magyarázza azok okait. A kapott eredmények után ismertetésre kerülnek az alkalmazható kapcsolt energiatermelés lehetőségei, majd a kiválasztott Spilling gőzmotorral elvégzett költségszámítások. A kapott pozitív eredmények után javaslatot teszünk az előállított villamos és hőenergia további felhasználására.

**Kulcsszavak:** energiahatékonyság, kapcsolt energia, biomassza, Spilling gőzmotor

## Biomass based coupled energy production possibilities in wood industry

### Abstract

The aim of the research was to study the heat energy balance of a woodworking company with seven production plants in the period 2010-2011 including the possibilities of coupled energy production.

\*A kutatás a Talentum – Hallgatói tehetséggondozás feltételrendszerének fejlesztése a Nyugat-magyarországi Egyetemen c. TÁMOP 4.2.2.B-10/1-2010-0018 számú projekt keretében, az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.

This research - as a part of the Development of Student Talent Fostering at WHU, TAMOP 4.2.2. B-10/1-2010-0018 project - was sponsored by the EU/European Social Foundation.

The financial support is gratefully acknowledged.

Comparing the heat demand of the plants and the heat produced by the boiler, the amount of the utility waste heat was also defined. The results of the analysis were illustrated on graphs. The cost of the heat produced using the biomass and the natural gas equivalent were also compared in order to prove the favourable possibilities lying in biomass. The research describes the variations of the heat produced by the boiler and that of periodically used by the plants as well as explains its reasons. Based on the results, the coupled energy production possibilities are reviewed and the cost calculations using the selected Spilling steam engine are described. Leaning on the positive results obtained, a proposal has been made for the utilization of the produced electricity and heat energy.

**Key words:** energy efficiency, coupled energy, biomass, Spilling steam engine

## Bevezetés

A költségtakarékosság mindannyiunkat érintő, szerteágazó és súlyos kérdés. A magas energiaköltség beépül a termék árába, ami rontja piaci helyzetét az alacsonyabb költséggel előállított termékkel szemben. Éppen ezért általános törekvés a gyártás során felhasznált energia minimalizálása, illetve annak hatékonyabb, olcsóbb előállítása. Az általam vizsgált faipari termékek gyártásával foglalkozó üzem villamosenergia-felhasználása a minőség javításának céljából 2008-ban megvalósított beruházás következtében kb. 20%-kal megemelkedett. Ilyen mértékű többletköltséget az előállított termék a jelen gazdasági helyzetben nem bír el. Az üzem energiaszükséglete összetett, villamos illetve hőenergiára egyaránt szükség van. A villamos energiát külső szolgáltató biztosítja, a hőenergiát viszont helyben, egy kéreg-csiszolatpor- gáztüzelésű, termoolaj fűtő kazán állítja elő. A kutatási téma a kapcsolt energia-termelés lehetőségeit vizsgálja azzal a céllal, hogy a megnövekedett villamos és hőenergia-felhasználást valamelyest csökkenteni lehessen.

## Vizsgálati módszerek és eredmények

A termoolaj hevítő kazán adatai (Classen Apparatebau Wiesloch 2007)

- Típus: Wiesloch, rostélytüzelésű kazán
- Tüzelőanyag fajták: kéreg, csiszolatpor, földgáz
- Tüzelőteljesítmény: 14 MW
- Hőcserélő regiszterek száma: 2 db
- Hőcserélő regiszterek teljesítménye: 10 MW
- Tüzelési hőfok: max. 1000°C
- Szerves hőhordozó (olaj): Shell Thermia B
- Előremenő megengedett olajhőfok: max. 300°C

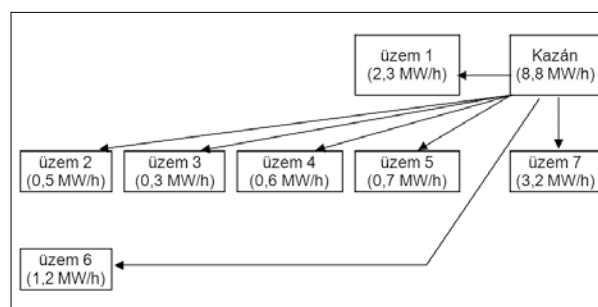
Az üzemi tesztkörnyezet struktúráját az 1. ábra mutatja.

A termoolaj hevítő kazánban elsősorban kéreg (kb. 89%) és csiszolatpor (kb. 11%) eltüzelése történik, gázt gazdasági okokból nem használnak. A felhasznált tüzelőanyagok arányát a 2. ábra, a be-

lölük előállított hőmennyiségek megoszlását a 3. ábra mutatja. Az ábrákon jól látható, hogy bár az eltüzelte csiszolatpor aránya 11%, a belőle előállított hőmennyiség az összesen előállított hőmennyiség 20%-át adja. Ezt az arányt a tüzelési kéregnél jóval alacsonyabb nedvességtartalmával (kb. 10%), nagyobb tiszta fa arányával, valamint nagyobb fajlagos felületével lehet magyarázni. Ezek alapján indokolt lenne a csiszolatpor nagyobb mértékű felhasználása tüzelés céljából, azonban a technológiában működő szárító berendezés fűtését ellátó gáz és/vagy portüzelésű égőt is a – gázt kiváltandó – csiszolatporral fűtik, mely berendezésnek lényegesen nagyobb, közel 20-szorosa a csiszolatpor igénye a kazánéhoz képest. Az üzem termelése során keletkező csiszolatpor mennyisége (óránként kb. 4-5 tonna) nem fedezi a két berendezés 100%-os porellátását.

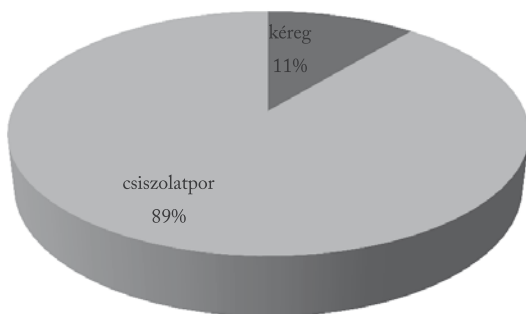
A 1. táblázat a felhasznált tüzelőanyagok fajtáit, tulajdonságait, az eltüzelte mennyiségeket, az abból előállított hőmennyiségeket (a fűtőértékkel kapcsolatos elméleti számításokat Németh G. és tsai 2012 alapján végeztem el), valamint a hőenergia előállításának költségeit ismerteti. Összehasonlításként az ábra jobb oldalán látható, mekkora költsége lenne, ha a kéregből és csiszolatporból előállított hőmennyiséget gázzal állítanánk elő.

Egyértelműen látható, hogy a biomassza eltüzelése évente kb. 24-26 millió forint (23–25%) megtakarítást jelent a gáztüzeléshez képest.

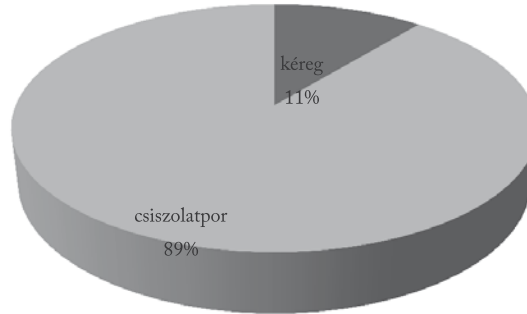


**1. ábra** Az ipari tesztkörnyezet struktúrája  
**Figure 1** Structure of the industrial test environment

**Eltüzelt kéreg és csiszolatpor éves mennyiségének aránya 2010-ben**



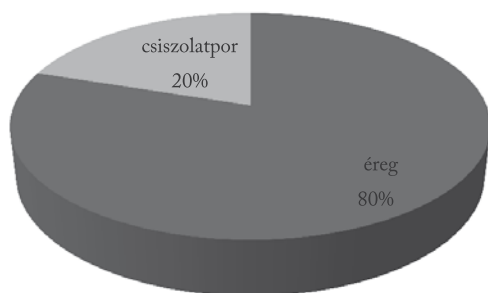
**Eltüzelt kéreg és csiszolatpor éves mennyiségének aránya 2011-ben**



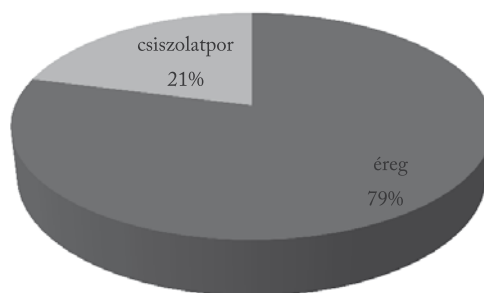
**2. ábra** Tüzelőanyagok aránya 2010-2011-ben (saját számítás alapján)

**Figure 2** Proportion of the fuels in 2010-2011 (own calculation)

**Kéregből és csiszolatporból előállított hőmennyiség aránya 2010-ben**



**Kéregből és csiszolatporból előállított hőmennyiség aránya 2011-ben**



**3. ábra** Kéregből és csiszolatporból előállított hőmennyiségek aránya 2010-2011-ben (saját számítás alapján)

**Figure 3** Proportion of heat produced from grinding dust and bark in 2010-2011 (own calculation)

**1. táblázat** Összefoglaló táblázat (saját számítás alapján)

**Table 1** Summarizing table (own calculation)

	Kéreg		Csiszolatpor		Gáz	
2010	Eltüzelt mennyiség (t)	11 178	Eltüzelt mennyiség (t)	1 332	Eltüzelt mennyiség (t)	3 780 111
	Átlagos nedv.tartalom (%)	78	Átlagos nedv.tartalom (%)	10	Átlagos nedv.tartalom (%)	
	Átlagos számolt fűtőérték (MJ/kg)	8,139	Átlagos számolt fűtőérték (MJ/kg)	16,852	Átlagos számolt fűtőérték (MJ/m <sup>3</sup> )	34
	Beszerzési ár, nettó (Ft/t)	5 734,56	Beszerzési ár, nettó (Ft/t) (keletkezik)	0,00	Beszerzési ár, nettó (Ft/t)	23,48
	Össz. költség, nettó (Ft)	64 101 539	Össz. költség, nettó (Ft)	0	Össz. költség, nettó (Ft)	88 757 017
	Termelt hőmennyiség (MJ):	90 657 167	Termelt hőmennyiség (MJ):	22 443 768	Termelt hőmennyiség (MJ):	113 100 935
	Termelt hőmennyiség összesen (MJ):		113 100 935		113 100 935	
2011	Eltüzelt mennyiség (t)	13 174	Eltüzelt mennyiség (t)	1 686	Eltüzelt mennyiség (t)	4 538 742
	Átlagos nedv.tartalom (%)	71	Átlagos nedv.tartalom (%)	9	Átlagos nedv.tartalom (%)	
	Átlagos számolt fűtőérték (MJ/kg)	8,181	Átlagos számolt fűtőérték (MJ/kg)	16,861	Átlagos számolt fűtőérték (MJ/m <sup>3</sup> )	34
	Beszerzési ár, nettó (Ft/t)	5 813,62	Beszerzési ár, nettó (Ft/t) (keletkezik)	0,00	Beszerzési ár, nettó (Ft/t)	22,63
	Össz. költség, nettó (Ft)	76 589 694	Össz. költség, nettó (Ft)	0	Össz. költség, nettó (Ft)	102 711 733
	Termelt hőmennyiség (MJ):	107 353 698	Termelt hőmennyiség (MJ):	28 445 465	Termelt hőmennyiség (MJ):	135 799 163
	Termelt hőmennyiség összesen (MJ):		135 799 163		135 799 163	

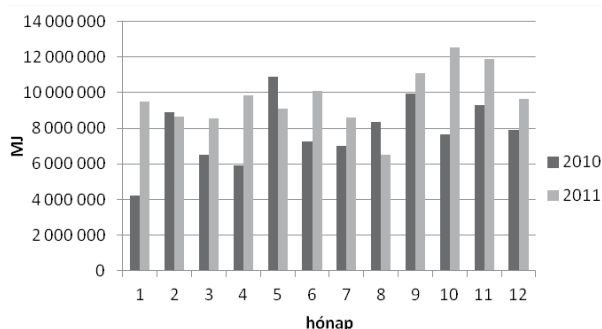
Az üzemek egyidejű termelése esetén a szükséges hőmennyiség kb. 8,8 MWh, azonban a folyamatosan változó piaci igények miatt az egyidejűleg termelő üzemek száma 3-5 között változik, rendszertelenül. Az üzemek működhetnek egyidejűleg, eltérő időtartamban illetve átfedéssel is (Lang M. és tsai 2009). Mivel a hét különálló üzem hőszükségletének üzemenkénti vizsgálata nem volt lehetséges (nem állt rendelkezésre elegendő információ az üzemek menetéről), az összes, általuk elvont hőmennyiség lett figyelembe véve. Az üzemek összes hőszükségletét a 4. ábra mutatja.

Amennyiben a kazán által termelt hőmennyiség több a termelőüzemek összes hőszükségleténél, hulladék hőmennyiség keletkezik. A termelőüzemek éves hőszükségletének és a hulladék hőmennyiségek<sup>1</sup> havi változását 2010-2011-ben az 5. ábra mutatja.

A termoolaj hevítő kazán által termelt és a termelőüzemek által elvont hőmennyiségek arányainak 2010-2011-es változását a 6. ábra mutatja.

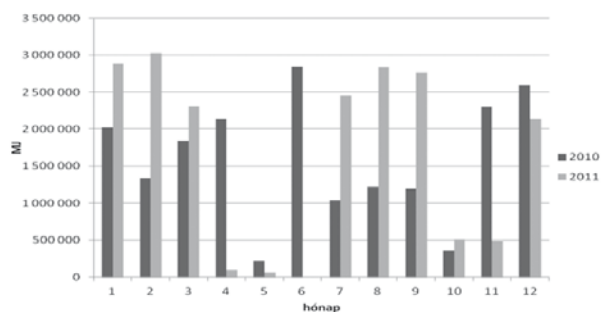
#### A termelőüzemek által elvont hőmennyiség változásának főbb okai:

- tüzelőanyag minőségének ingadozása (magasabb nedvességtartalmú, sok földet tartalmazó



**4. ábra** Termelőüzemek összes hőszükséglete 2010-2011-ben (saját számítás alapján)

**Figure 4** Total heat demand of the plants in 2010-2011 (own calculation)



**5. ábra** Hulladékhő mennyiségének változása 2010-2011-ben (saját számítás alapján)

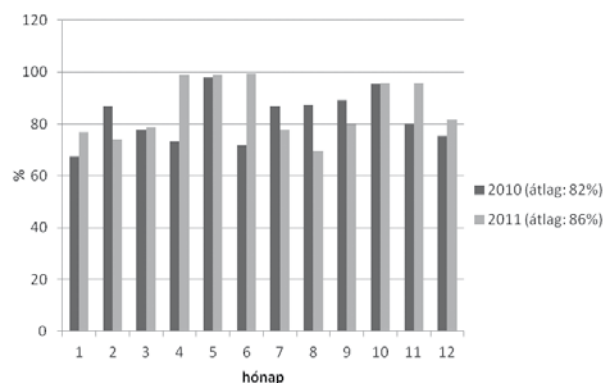
**Figure 5** Variation in the amount of waste heat in 2010-2011 (own calculation)

tüzelőanyag csak nehezen vagy egyáltalán nem ég el, leesik a hőfok),

- termelőüzemek egyidejű menete (Több gyártósor egyidejű termelése esetén jelentősen megnő a hőelvétel. Az egyidejűleg termelő gyártósorok számát a piaci helyzet, a megrendelések határozzák meg.),
- termelőüzemek termelési sebessége (Nagyobb gyártási sebesség nagyobb mértékű hőelvonással jár.),
- külső (környezeti) hőmérséklet (Alacsony, 0°C alatti környezeti hőmérséklet esetén a termoolaj vezetékekben jobban hűl az olaj.),
- a hőcserélő csőkötegeinek tisztasága (A felrakódott, ráégett por, hamu, korom szigetelő réteget képez. A csövek nem megfelelő tisztítása következtében a hatásfok jelentősen csökken),
- kezelőszemélyzet reakcióképessége a változásokra.

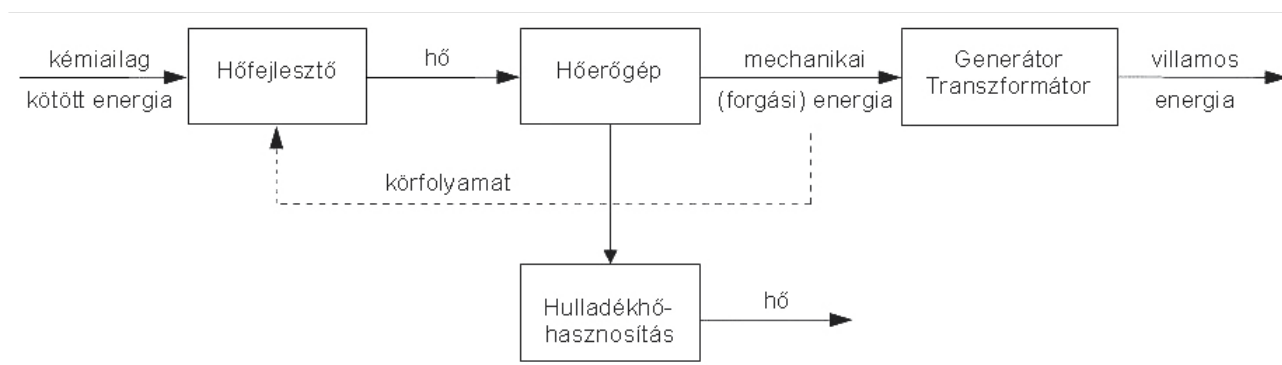
#### Kapcsolt energiatermelés lehetőségei a faiparban

Ahhoz, hogy a hőenergia előállítása még gazdaságosabb legyen, elengedhetetlen egyrészt a túltermelés minimalizálása, másrészt a plusz hőmennyiség további felhasználása. Megoldást nyújthat a kazán folyamatos, teljes, egyenletes leterhelése is, amennyiben fennáll a kapcsolt villamosenergia-termelés lehetősége, és annak racionális felhasználása a termelés során (figyelembe véve természetesen az üzemekben keletkező faalapú melléktermék mennyiségét, illetve az esetlegesen szükséges energetikai célú faalapanyagok beszerzési forrásait és logisztikai költségeit is). A kapcsolt energia előállításának célja a tüzelőberendezés jobb kihasználása, a gazdaságosabb hő- és villamosenergia-termelés. A termelt villamos energiát visszatáplálhatjuk a rendszerbe,



**6. ábra** A kazán által termelt és a termelőüzemek által elvont hőmennyiségek arányainak időszakos változása 2010-2011-ben (saját számítás alapján)

**Figure 6** Ratio of the heat produced by the boiler and the heat used by the plants in 2010 and 2011 (own calculation)



**7. ábra** Kapcsolt energiatermelés folyamata (Lang M. és tsai 2009)

**Figure 7** The process of the coupled heat production

de fel is használhatjuk például a csarnokok világításához (Lang M. és tsai 2009).

A kapcsolt energiatermelés egyszerűsített folyamatát a 7. ábra mutatja.

Kapcsoltan termelt energia: közös technológiai berendezésben, azonos tüzelőanyagokkal, legalább 65%-os energetikai hatásfokú energiaátalakítási folyamattal előállított villamos és hőenergia (Lang M. és tsai 2009).

#### Kapcsolt energiatermelés lehetőségei (Lang M. és tsai 2009)

- Gőz munkaközegű (hulladékhő a kondenzátorból kilépő gőzben):
  - » ellennyomású,
  - » elvételes kondenzációs,
  - » kondenzációs (részleges és teljes hőkiadással).
- Gázturbinás kombinációk (hulladékhő a gázturbinából kilépő füstgázban)
  - » forróvízkazán,
  - » gőzkazán,
  - » ellennyomású gőzturbina,
  - » elvételes kondenzációs gőzturbina.
- Gázmotoros kombináció (hulladékhő a gázmotorból kilépő füstgázban, kenőolajban és hűtővízben).
- A kapcsolt energiatermelésnél lehetőség van a szerves Rankine-ciklus (ORC = Organic Rankine Cycle) alkalmazására is, ahol munkaközegként nagy molekulású szerves folyadékot használunk (termoolaj).

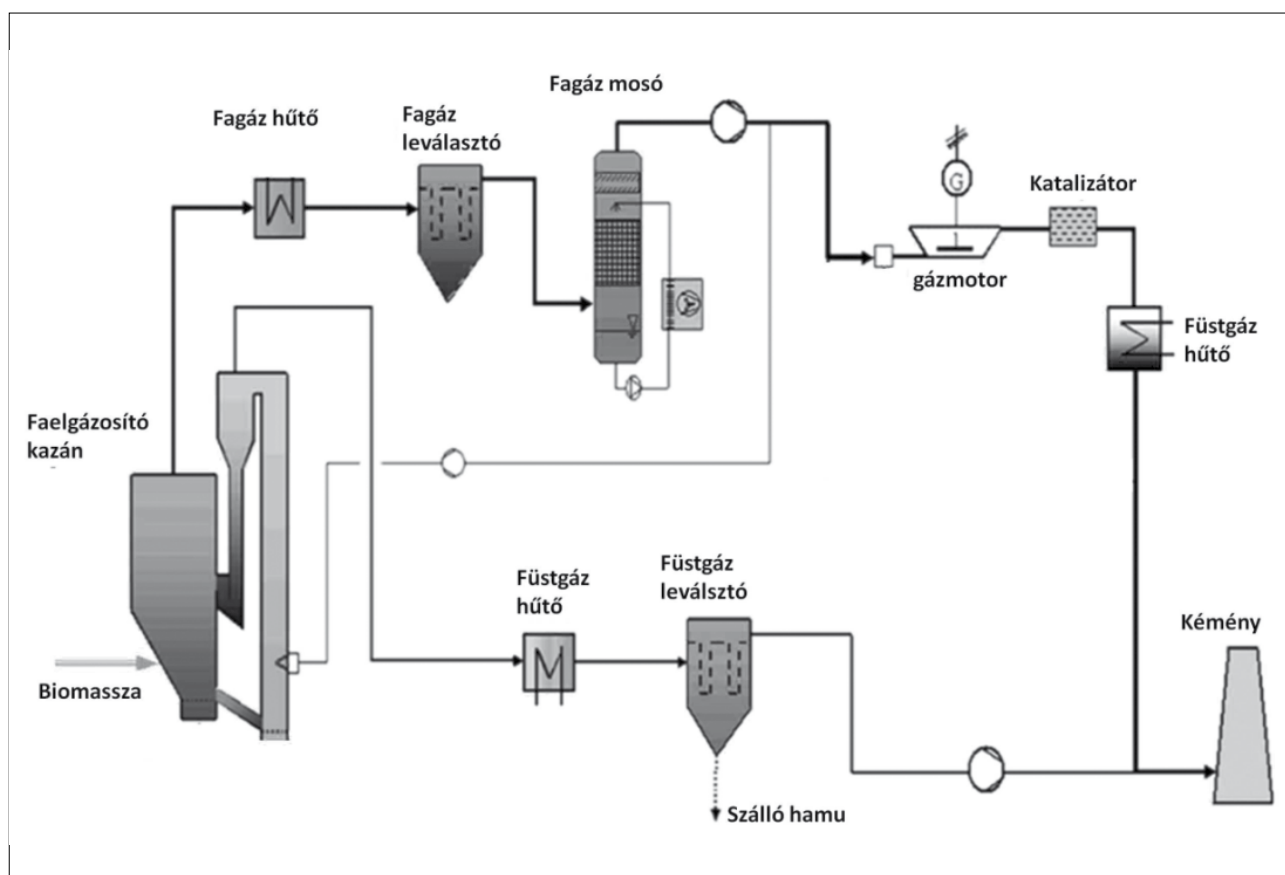
A kogenerációs rendszerek egy folyamaton belüli azonos primerenergia bázison két különböző energiafajta (villamos és hő) előállítását jelenti, mely megvalósulhat gázmotorral és turbinával. A kogeneráció hatékony megoldás azok számára, akik egyidejűleg alkalmaznak hő- és villamos energiát. A kogeneráció célja kettős. Egyrészt a kapcsolt energiatermelés nagyobb összehajtott hatásfokkal

valósítható meg, ami jelentős primerenergia megtakarítást, ezáltal költségcsökkentést eredményez. Másrészt a kevesebb tüzelőanyag-felhasználásnak köszönhetően csökken a szennyezőanyag ( $\text{CO}_2$ ) kibocsátás, ami környezetvédelmi előnyt jelent.

A gázmotor kifejezés azt jelenti, hogy ugyanaból az energiaforrásból, azaz a gázt gázmotorban elégetve, egy időben állítunk elő a gázmotor által hajtott generátorral villamos energiát és a gázmotor hőleadását hasznosítva hőt magas hatásfokkal. Általánosságban, gyártmánytól függően a megtermelt villamos és hőenergia aránya 40/60%. A gyártmányok teljesítménytartománya néhány kW-tól néhány MW-ig terjed. A gázmotoros kapcsolt energiatermelést (8. ábra) elsősorban azokon a felhasználási területeken célszerű alkalmazni, ahol egyidejűleg jelentkezik villamos energia, fűtési, illetve hűtési igény, és a berendezés legalább évente 6500 órát üzemel. Az így termelt villamos energiával vásárolt villamos energiát válthatunk ki, vagy a fölösleget kedvező áron értékesíthetjük a helyi áramszolgáltatónak. A termelt hőt (amely  $\sim 90^\circ\text{C}$ -os víz) használati melegvíz előállítására fordíthatjuk, télen fűthetünk vele, vagy akár ipari és mezőgazdasági hőigényünket fedezhetjük vele. A gázmotorok üzemanyaga alapvetően földgáz, de lehetőség van biogáz vagy propángáz használatára is (Johann G. 2005).

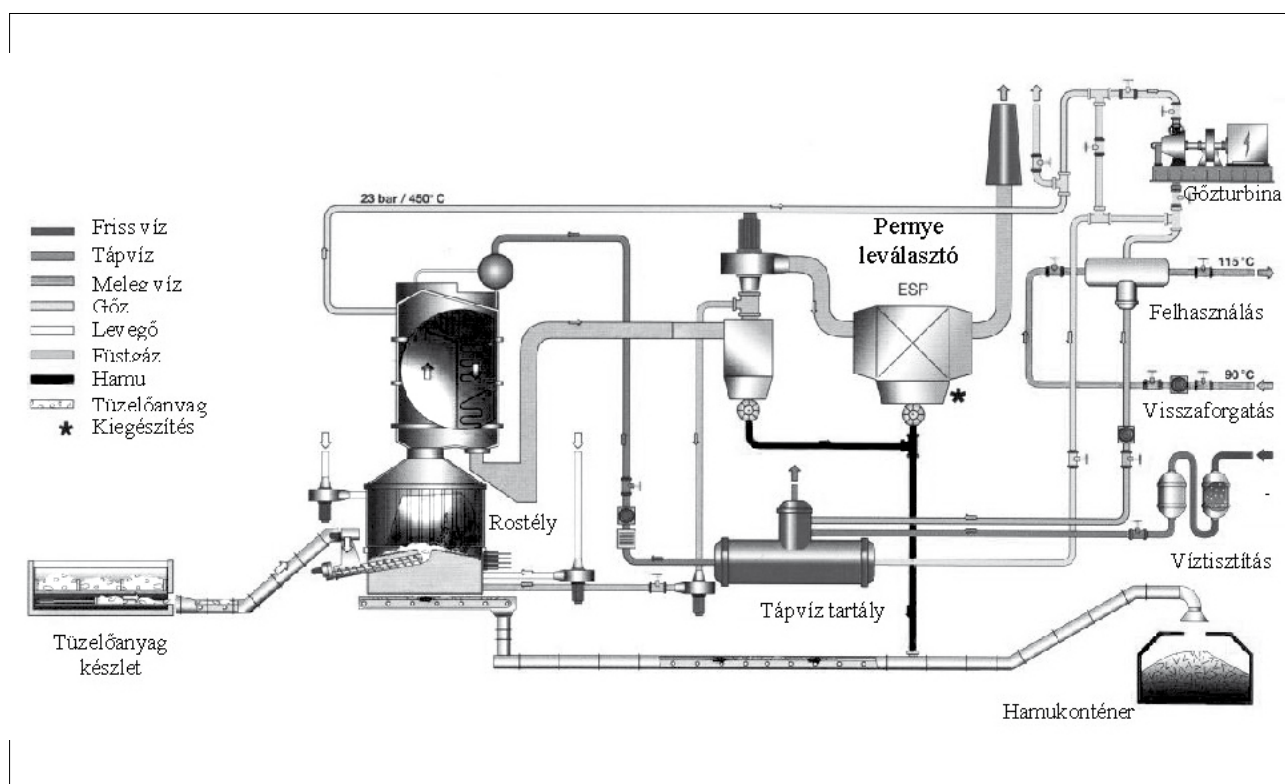
A gőzturbinák (9. ábra) olyan szerkezetek, melyek általában ipari méretekben állítanak elő villamos energiát – a keletkezett nagynyomású gőzből. Többféle módszer létezik a fűtéshez használt üzemanyag és a turbina meghajtási módja szerint. Kombinált üzemben, vagyis mikor a gáz és gőzturbinákat kombináljuk, viszonylag magas, akár 70–90%-os hatásfokot is el lehet érni. A hagyományos gőzturbinák hatásfoka azonban ennél alacsonyabb, 30–50% közötti (Johann G. 2005).





**8. ábra** Kapcsolt energiatermelés gázmotorral (Johann G. 2005)

**Figure 8** Cogeneration by gas engine



**9. ábra** Kapcsolt energiatermelés gőzturbinával (Johann G. 2005)

**Figure 9** Cogeneration by steam turbine

Egy speciális gőzerő folyamaton alapuló lehetőség, mely egy hagyományos dugattyús gépből lett kialakítva. A hengerfejébe gőzt vezetünk és a gőz – miközben a dugattyúkat lefelé tolja – a gép tengelyén munkát végez. A Spilling gőzmotor (10. ábra) előnye a fent említett alternatívákhoz képes a kb. 86-87%-os hatásfoka és a viszonylag alacsony beszerzési költség, minek köszönhetően rövidebb idő alatt megtérül. Egy hasonló teljesítményű gőzturbina bekerülési ára közel háromszorosa a Spilling gőzmotorénak, igaz, hatásfoka akár 90% is lehet (Hegedűs 2006). *A Spilling gőzmotor előnyei miatt a költségcsökkentéshez ez a megoldás lett alapul véve.*

Energetikai szempontból további hatékony megoldást nyújthatnak a **trigenerációs rendszerek**. A trigeneráció a kapcsolt hő- és villamosenergia-termelés kiegészítve abszorpciós hűtessel. Ez azt jelenti, hogy az ilyen gázmotoros fűtő-hűtő-áramtermelő egységet sokoldalúbban ki lehet használni. A villamosenergia-termelés mellett, amely a gázmotor-generátor egységgel történik, a hasznosítható hőt nem csak fűtésre, hanem hűtésre is használhatjuk. A hűtési teljesítmény a hőteljesítmény 70%-a. Ennek eredményeként a villamosenergia-termelés gyakorlatilag az egész év folyamán 7800-8200 órán át folyamatosan fenntartható (Lang M. és tsai 2009).

A trigenerációs rendszerek ismertetésére ez az írás nem tér ki

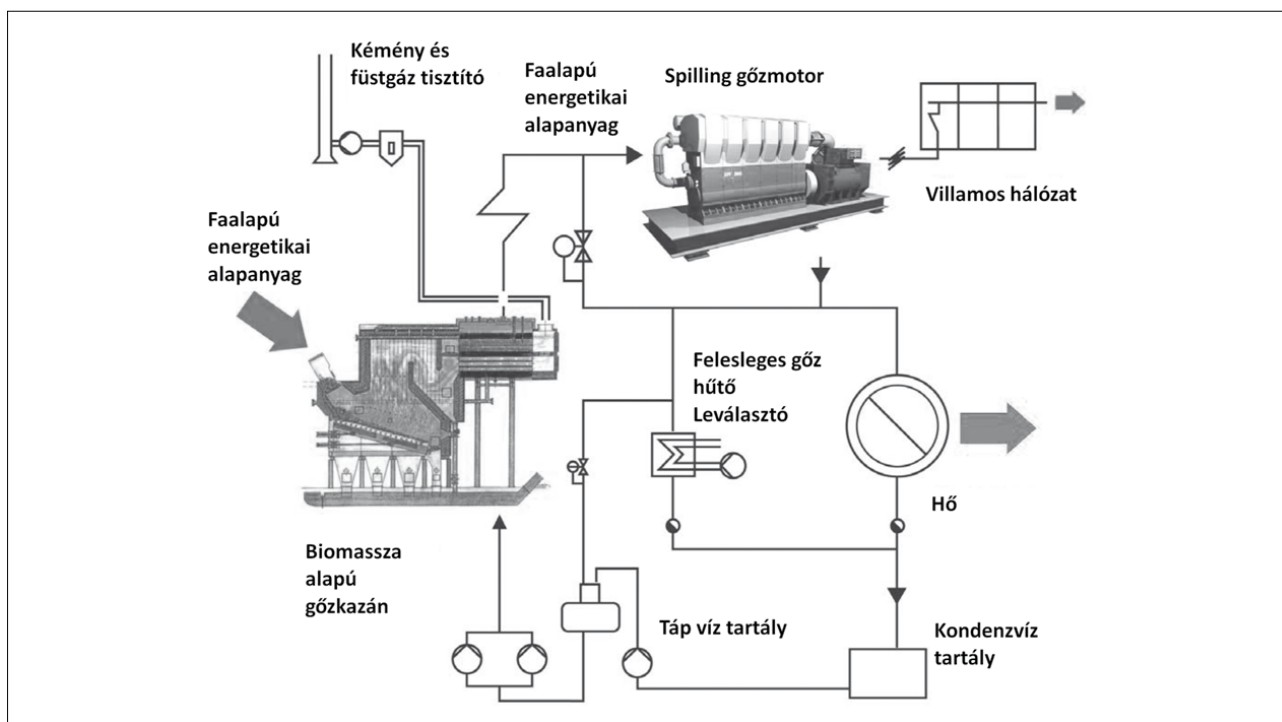
### Költségcsökkentés spilling gőzmotoros kapcsolt energiatermelés esetén

*A Spilling gőzmotoros rendszer fő elemei:*

- biomassza tüzelésű kazán (adott)
  - » tüzelőanyag adagoló
  - » pernyeleválasztó multiciklon
  - » füstgáz elszívó ventilátor
- tápvíz ellátás
  - » szivattyú, vízkezelő berendezés
  - » gáztalanító tápvíz tartály
  - » kondenzvíz tartály
- Spilling gőzmotor (3/3 H12 T.S)
  - » gőzmotor
  - » villamos turbina
- generátor (400 V/50 Hz), 200 kW

*Járulékos költségek:*

- Spilling gőzmotor telepítés
  - » csőszerelések
  - » szerelvények, leválasztók
  - » szabályzók
- egyéb
  - » szállítás
  - » összeszerelés
  - » gőztechnológiai rákötések
  - » tervezés



**10. ábra** Kapcsolt energiatermelés gőzexpánziós Spilling motorral (Hegedűs 2006)

**Figure 10** Cogeneration by Spilling engine

A gazdaságos kapcsolt energiatermelés feltétele, hogy folyamatosan rendelkezésünkre álljon kellő mennyiségű hulladék hőmennyiség, melyet hasznosítani lehet. A 2010-2011-es évi hulladék hőmennyiségeket a 2. táblázat mutatja.

A 2. táblázatban jól látható, hogy rendelkezésre álló hulladék hőmennyiség ugyan minden hónapban keletkezik, azonban annak mennyisége egyenlőtlenül oszlik meg. Az egyenlőtlen eloszlás a változó piaci helyzetből fakadóan, a folyamatosan változó számú, egyidejűleg termelő üzemek számának ingadozása okozza.

*Az ingadozástól eltekintve a számítás alapjául szolgáljon a 2011-es évi 19,5 millió MJ hulladék hőmennyiség (2. táblázat).*

**Előállítható hőmennyiség: 19,5 millió MJ** → kb. 2.760 tonna kéreg → 16.043.880 Ft.

700 kW-os Spilling gőzmotorral, 200 kW-os generátorral számolva:

**Villamos energia megtakarítás:** 1.672.000 kWh villamos energia/év → Az üzemek éves összes villamos energiaszükségletének 5%-a.

**Hőenergia megtakarítás:** 3.419.240 kWh hőenergia/év (12.309.264 MJ) → Az üzemek éves összes hőenergia szükségletének 9%-a.

Az összes megtakarítás: 48.549.596 Ft

*A keletkező villamos energia felhasználásának lehetőségei:*

- gyártócsarnokok, szociális épületek világítása
- szociális épületek számítógépeinek ellátása
- visszatáplálás a villamos hálózatba

**2. táblázat** Hulladék hőmennyiségek a 2010-2011-es években (saját számítás alapján)

**Table 2** Waste heat amount in 2010 and 2011 (own calculation)

Hulladék hőmennyiségek a 2010-2011-es években (MJ)		
Hónap/év	2010	2011
1	2 023 799	2 884 518
2	1 337 503	3 025 523
3	1 841 712	2 314 674
4	2 139 978	96 575
5	216 199	61 646
6	2 843 009	2 627
7	1 037 459	2 452 377
8	1 215 540	2 835 686
9	1 193 898	2 765 346
10	360 269	509 891
11	2 306 143	484 978
12	2 596 292	2 141 852
<b>Összesen:</b>	<b>19 111 801</b>	<b>19 575 694</b>

*A keletkező hő felhasználásának lehetőségei:*

- technológiai meleg víz előállítás
- gyártócsarnokok, szociális épületek fűtése, öltözők melegvíz-ellátása

### Összefoglalás

A kutatás célja egy faipari termelőüzem energiafelhasználásának csökkentése, biomasszán alapuló kapcsolt energia termelésének lehetőségével. A keletkező hővesztesség csökkentésének egyik lehetősége a hulladék hőt hasznosító kapcsolt energiatermelés, melynek egyik leggazdaságosabb megvalósítását a Spilling gőzmotor jelenti. Amint a számítások is mutatják, a Spilling gőzmotorral előállított villamos energia csupán 5%-a, a hőenergia pedig 9%-a az üzemek éves villamos- és hőenergia-szükségletének. A látszólag kis megtakarítások ellenére a kapcsoltan termelt villamos és hőenergia hasznosítható a termelés során, technológiai meleg víz előállításra vagy gyártócsarnokok, szociális épületek világítására. A megtérülés ugyan 11-13 év, azonban ha csak az évente megtakarított 48,5 millió forint összeget vesszük figyelembe, melyet fejlesztésre, karbantartásra, stb. lehet fordítani, aminek költségei amúgy az előállított faipari terméket terhelik, a beruházás már elérte célját.

### Közlemény

A kutatás a „Környezettudatos energiahatékony épület” című TÁMOP-4.2.2.A-11/1/KONV-2012-0068 számú projekt, valamint a Talentum – Hallgatói tehetséggondozás feltételrendszerének fejlesztése a Nyugat-magyarországi Egyetemen című TÁMOP 4.2.2.B-10/1-2010-0018 számú projekt keretében az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális alap társfinanszírozásával valósult meg.

### Irodalomjegyzék

- Classen Apparatebau Wiesloch (2007) Termoolaj-hevítő berendezés kezelési útmutató
- Hegedűs A. (2006) Spilling expanziós motor magyarországi projekt megvalósítása, Energia-gazdálkodási Tudományos Egyesület, előadás
- Geyer J. (2005) Biomass district heating systems. Europaisches Zentrum für Erneuerbare Energia Güssing GmbH. Güssing
- Lang M., Varga M., Németh G. (2009) Faipari melléktermékek hasznosítása kapcsolt hő- és villamos energia fejlesztésére. „Fa, mint megújuló energiaforrás” konferencia, innoLignum, Sopron, 2009. szeptember 4.
- Németh G., Varga M., Kocsis Z. (2012) Energy demand of briquetting and pelleting of wood





based by-product. In: Electronic proceedings of the "International Scientific Conference on Sustainable Development & Ecological Footprint". Sopron, Hungary. March 2012. pp. 393-400. ISBN 978-963-19-7352-5

Németh G., Varga M., Kocsis Z. (2012) Energy balance of pelleting of wood based by-product.

8th International Science Conference: "Chip and Chipless Woodworking Processes", September 2012. pp. 247-253, (in Slovene). ISBN 978-80-228-2385-2

## Fa- és agripelletek tüzeléstechnikai tulajdonságaival összefüggő kutatások alapjai\*

KONRÁD Krisztina<sup>1</sup>, NÉMETH Gábor<sup>1</sup>

<sup>1</sup> NymE FMK Gépészeti és Mechatronikai Intézet

### Kivonat

A hő előállítására jó alternatívát teremthet hazánkban a pellet tüzelés. Míg a fapellet tüzelés jól ismert, egyre szélesebb körben alkalmazott tüzelési mód, a mezőgazdasági melléktermékekből készülő, úgynevezett agripelletek tüzelése olyan kérdéseket vet fel, amelyek a fapellet tüzelésnél nem állnak fenn. Ezek a különbségek a fizikai, kémiai és elemi összetételre vezethetők vissza. Jelen cikkben a különböző pellet típusokhoz kapcsolódó kutatásokba, valamint egyes irodalmi források elemzésébe nyújtunk betekintést.

**Kulcsszavak:** energetika, pellet, agripellet, pellet tüzelés

## The basics of research related to firing properties of wood pellets and agri-pellets

### Abstract

The pellet firing can create a good alternative for the thermal power generating in our country. We know many things about wood pellet firing, and we use it many places. The agri-pellet made from agriculture origin commodity. There are many differences between the two types of pellets, and the agri-pellet firing raises many questions. These differences come from physical, chemical and elemental composition. We would like gives insights into initial phase of research and analysis related to different types of pellets, and the available literature sources in this article.

**Key words:** energetic, pellet, agri-pellet, pellet combustion

### Bevezetés

\*A kutatás a Talentum – Hallgatói tehetséggondozás feltételrendszerének fejlesztése a Nyugat-magyarországi Egyetemen c. TÁMOP 4.2.2.B-10/1-2010-0018 számú projekt keretében, az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.

This research - as a part of the Development of Student Talent Fostering at WHU, TÁMOP 4.2.2. B-10/1-2010-0018 project - was sponsored by the EU/European Social Foundation. The financial support is gratefully acknowledged.